

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10261818
PUBLICATION DATE : 29-09-98

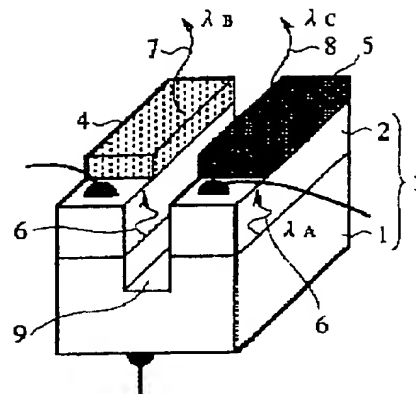
APPLICATION DATE : 19-03-97
APPLICATION NUMBER : 09067060

APPLICANT : FUJITSU LTD;

INVENTOR : HORINO KAZUHIKO;

INT.CL. : H01L 33/00

TITLE : LIGHT-EMITTING SEMICONDUCTOR
DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To contrive to emit lights of a plurality of wavelengths, specially the three primary colors of light, by one chip by a method wherein a luminous layer, which emits light of a wavelength longer than the luminous wavelength of a light-emitting diode, is provided on the light emission surface of the diode.

SOLUTION: A luminous layer which emits light of a wavelength λ_B longer than a luminous wavelength λ_A in a P-N junction, which is formed between a one conductivity type semiconductor layer 1 and a reverse conductivity type semiconductor layer 2 of a light-emitting diode 3, that is, a photoluminescence layer(PL) is provided on the light emission surface of the diode 3. Or, as the layer 4, a luminous region of the diode 3, that is, a semiconductor layer of a forbidden band width smaller than that of an active layer or a P-N junction region is used. Or, a plurality of the light-emitting diodes 3 are provided on the same substrate and luminous layers 4 and 5, which have a wavelength longer than the luminous wavelength λ_A of the diodes 3 and emit lights 7 and 8 of luminous wavelengths λ_B and λ_C different from each other, are provided on the light emission surface of each light-emitting diode 3.

COPYRIGHT: (C) JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Docket # 1999 P 8006
Applic. # 09/915,985
Applicant: Hommel et al

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-261818

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月29日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

F

A

C

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-67060

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月19日

神奈川県川崎市中原区上小山中4丁目1番
1号

(72) 発明者 堀野 和彦

神奈川県川崎市中原区上小山中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 柏谷 昭司 (外2名)

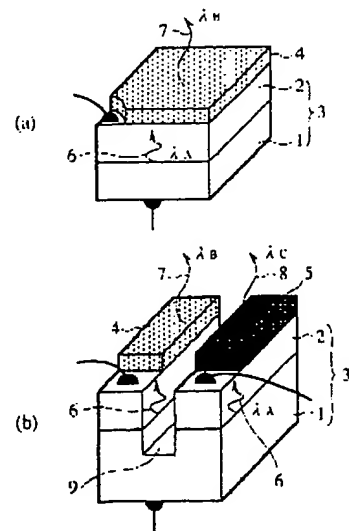
(54) 【発明の名称】 発光半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 発光半導体装置に関し、一つのチップで複数の波長の光、特に、光の三原色を発光させる

【解決手段】 発光ダイオード3の光放出面に、発光ダイオード3の発光波長 λ よりも長波長 λ_1 の光7を放出する発光層4を設ける

本発明の原理的構成の説明図



1: 一導電型半導体層
2: 逆導電型半導体層
3: 発光ダイオード
4: 発光層
5: 発光層
6: 励起光
7: 光
8: 光
9: 分離溝

【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光ダイオードの光放出面に、前記発光ダイオードの発光波長よりも長波長の光を放出する発光層を設けたことを特徴とする発光半導体装置。

【請求項2】 上記発光層として、上記発光ダイオードの発光領域の禁制帯幅より小さな禁制帯幅の半導体を用いたことを特徴とする請求項1記載の発光半導体装置。

【請求項3】 発光ダイオードを同一基板上に複数個設け、前記各発光ダイオードの光放出面に、前記発光ダイオードの発光波長よりも長波長で、且つ、互いに発光波長の異なる光を放出する発光層を設けたことを特徴とする発光半導体装置。

【請求項4】 上記発光層として、上記発光ダイオードの発光領域の禁制帯幅より小さな禁制帯幅の半導体を用いたことを特徴とする請求項3記載の発光半導体装置。

【請求項5】 上記発光層の少なくとも一つに不純物をドーピングし、不純物準位を介した発光により、ノン・ドープの発光層とは異なった波長の光を放出することを特徴とする請求項1記載の発光半導体装置。

【請求項6】 上記不純物をドーピングした発光層が、イオン注入層であることを特徴とする請求項5記載の発光半導体装置。

【請求項7】 上記発光層が、選択成長層であることを特徴とする請求項4または5に記載の発光半導体装置。

【請求項8】 上記発光層を構成する半導体の構成元素と上記発光ダイオードの発光領域を構成する半導体の構成元素において、二種類以上の共通元素があることを特徴とする請求項4記載の発光半導体装置。

【請求項9】 上記発光層を構成する半導体及び上記発光ダイオードの発光領域を構成する半導体が窒化物半導体であることを特徴とする請求項5記載の発光半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は発光半導体装置に関するものであり、特に、波長変換物質を用いることにより、一つのチップで光の三原色を任意に発し、フルカラー表示を可能にした発光半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の発光ダイオードは、p-n接合に順バイアスを印加することによって伝導帯と価電子帯との間の遷移による発光、或いは、半導体中に形成される杂质素やZn-Oヘパ等の不純物準位を介した遷移による発光を利用していた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の発光ダイオードにおいては、発光波長は、p-n接合を構成する半導体の有するエネルギーギャップに相当するエネルギー、或いは、不純物準位のエネルギーにより規定され、一種類の波長の光しか得られないため、フルカラーの表

示装置を発光ダイオードで実現しようとした場合、一画素に対して複数のチップの発光ダイオードを必要とし、画素が大きくなったり、或いは、一画素当たりのコストが大きくなるという問題がある。

【0004】また、一つのチップで複数の波長で発光させるために、Zn-O対を含むGaP層上にノン・ドープGaP層或いは杂质ドーパドGaP層を成長させ、各GaP層にp-n接合を形成して、赤色発光及び緑色発光を得ることも提案されているが、フルカラー表示装置に必要な青色発光ダイオードは、閃亜鉛鋅型結晶構造のGaPとは異なり、ウルツ鋅型結晶構造のIII-族窒化物半導体で構成されているため、GaP上にIII-族窒化物半導体を集積化させることは困難であった。

【0005】したがって、本発明は、一つのチップで複数の波長の光、特に、光の三原色を発光させることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理的構成の説明図であり、この図1を参照して本発明における課題を解決するための手段を説明する。

図1(a)参照

(1)本発明は、発光半導体装置において、発光ダイオード3の光放出面に、発光ダイオード3の発光波長 λ_1 よりも長波長 λ_2 の光7を放出する発光層4を設けたことを特徴とする。

【0007】この様に、発光ダイオード3の光放出面に、発光ダイオード3の導電型半導体層1と逆導電型半導体層2との間に形成されるp-n接合における発光波長 λ_1 よりも長波長 λ_2 の光を放出する発光層4、即ち、フォトルミネッセンス層(PL層)を設けることによって、発光ダイオード3からの励起光6は発光層4で吸収され、励起光6の発光波長 λ_1 と異なった長波長 λ_2 (即ち、 $\lambda_1 < \lambda_2$)の光7を放出することができる。

【0008】(2)また、本発明は、上記(1)において、発光層4として、発光ダイオード3の発光領域の禁制帯幅より小さな禁制帯幅の半導体を用いたことを特徴とする。

【0009】この様に、発光層4として発光ダイオード3の発光領域、即ち、活性層或いはp-n接合領域の禁制帯幅より小さな禁制帯幅の半導体を用いることによって、発光層4を発光ダイオード3上にエピタキシャル成長させて一体化することができる。

【0010】図1(b)参照

(3)また、本発明は、発光半導体装置において、発光ダイオード3を同一基板上に複数個設け、各発光ダイオード3の光放出面に、発光ダイオード3の発光波長 λ_1 よりも長波長で、且つ、互いに発光波長 λ_1 、 λ_2 の異なる光7、8を放出する発光層4、5を設けたことを特徴とする。

【0011】この様に、複数の発光ダイオード3を一体化することによって、一つのチップにより複数の波長入射光7、8を放出することができ、特に、光の三原色に対応する三つの発光層1、5を設けることにより、フルカラー表示が可能になる。

【0012】(4)また、本発明は、上記(3)において、発光層1、5として、発光ダイオード3の発光領域の禁制帯幅より小さな禁制帯幅の半導体を用いたことを特徴とする。

【0013】この様に、発光層1、5として発光ダイオード3の発光領域、即ち、活性層或いはp-n接合領域の禁制帯幅より小さな禁制帯幅の半導体を用いることによって、発光層1、5を発光ダイオード3上にエピタキシャル成長させて一体化することができる。

【0014】(5)また、本発明は、上記(4)において、発光層1、5の少なくとも一つに不純物をドーピングし、不純物準位を介した発光により、ノン・ドープ発光層とは異なった波長の光7、8を放出することを特徴とする。

【0015】この様に、不純物準位を介した発光を利用することにより、一種類の半導体により互いに異なった波長の光7、8を放出する複数の発光層1、5を構成することができる。

【0016】(6)また、本発明は、上記(5)において、不純物をドーピングした発光層4、5が、イオン注入層であることを特徴とする。

【0017】この様に、イオン注入を利用することによってノン・ドープ発光層4、5とは異なった波長の光7、8を放出する発光層1、5を形成することができ、また、注入する不純物の種類を変えることによって発光波長を任意に選択することができる。

【0018】(7)また、本発明は、上記(1)または(5)において、発光層1、5が、選択成長層であることを特徴とする。

【0019】この様に、発光層1、5を選択成長層によって構成しても良く、この場合にはイオン注入装置を必要とすることなく、結晶成長装置、例えば、MOVPE装置(有機金属気相成長装置)によって、互いに異なった波長の光7、8を放出する発光層1、5を形成することができる。

【0020】(8)また、本発明は、上記(4)において、発光層1、5を構成する半導体の構成元素と発光ダイオード3の発光領域を構成する半導体の構成元素において、一種類以上の共通元素があることを特徴とする。

【0021】この様に、発光ダイオード3の発光領域を構成する半導体に対して一種類以上の共通元素を有する半導体によって発光層4、5を構成することによって、格子整合を容易に取ることができ、結晶成長が容易になる。

【0022】(9)また、本発明は、上記(5)におい

て、発光層1、5を構成する半導体及び発光ダイオード3の発光領域を構成する半導体が窒化物半導体であることを特徴とする。

【0023】この様に、窒化物半導体を用いることによって、青色或いは青色より短波長の発光を得ることができ、また、不純物を選択することによって赤色或いは緑色等の長波長のPL光を得ることができるので、光の三原色によるフルカラー表示が可能になる。

【0024】

【発明の実施の形態】ここで、図2乃至図4を参照して、本発明の第1の実施の形態を説明する。

図2(a)参照

まず、MOVPE法を用いて、c面、即ち、(0001)面を主面とするサファイア基板11上に、厚さ2.0~20.0 μm 、例えば、5.0 μm のn型Ga_{0.9}Nバッファ層12、厚さ0.1~1.0 μm 、例えば、0.5 μm のn型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nバリア層13、厚さ0.03~0.5 μm 、例えば、0.1 μm のIn_{0.3}Ga_{0.7}N活性層14、厚さ0.1~1.0 μm 、例えば、0.5 μm のp型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nバリア層15、厚さ0.1~5.0 μm 、例えば、3.0 μm のp型Ga_{0.9}Nコンタクト層16、及び、厚さ0.5~50.0 μm 、例えば、10.0 μm のIn_{0.3}Ga_{0.7}N吸収層17を順次エピタキシャル成長させる。

【0025】次いで、レジストパターンからなるマスク18を用いてIn_{0.3}Ga_{0.7}N吸収層17にZnイオン19を選択的にイオン注入することによってZnドープ領域20を形成する。

【0026】図2(b)参照

次いで、マスク18を除去したのち、レジストパターンからなる新たなマスク21を用いてIn_{0.3}Ga_{0.7}N吸収層17にHgイオン22を選択的にイオン注入することによってHgドープ領域23を形成する。

【0027】図3(c)参照

次いで、マスク21を除去したのち、レジストパターンからなる新たなマスク24を用いてIn_{0.3}Ga_{0.7}N吸収層17にMgイオン25を選択的にイオン注入することによってMgドープ領域26を形成する。

【0028】図3(d)参照

次いで、マスク24を除去したのち、マスク27を設け、ドライ・エッチングを施すことによって、p側電極を設けるためにp型Ga_{0.9}Nコンタクト層16の一部を露出させる。

【0029】図4(e)参照

次いで、マスク27を除去したのち、マスク28を設け、ドライ・エッチングを施すことによって、n型Ga_{0.9}Nバッファ層12に達する分能溝29を形成することによって、三つの発光ダイオードに分離する。

【0030】図4(f)参照

次いで、マスク28を除去したのち、分離された各発光

ダイオードのp型Ga_{0.9}Nコンタクト層16の露出面にp側電極31～33を設けると共に、分離溝29において露出しているn型Ga_{0.9}Nバッファ層12にn側共通電極30を設けることによって発光半導体装置チップが完成する。

【0031】そして、n側共通電極30とp側電極31～33との間に順バイアスを印加した場合には、In_{0.15}Ga_{0.85}N吸収層17直下のIn_{0.15}Ga_{0.85}N活性層14において、波長が372nmの紫外線が発生し、この紫外線が励起光31となってZnドープ領域20、Hgドープ領域23、及び、Mgドープ領域で吸収され、夫々、緑色光、赤色光、及び、青色光を放出する。

【0032】図5参照

図5は、この本発明の第1の実施の形態の発光半導体装置の発光特性を説明するためのバンドダイアグラムであり、n側共通電極30とp側電極31との間に順バイアスを印加した場合には、In_{0.15}Ga_{0.85}N吸収層17直下のIn_{0.15}Ga_{0.85}N活性層14において、波長が372nmの紫外線が発生し、この紫外線が励起光31となってZnドープ領域20で吸収される。

【0033】このZnドープ領域20において励起光31の吸収によって生成された電子・正孔対の内の伝導帯に励起された電子35は、所定の遷移時間後に価電子帯に遷移し、禁制帯内に形成されたZnイオンの準位に遷移し、E_g-Znイオンの準位のエネルギーに相当するエネルギーの波長、即ち、540nmの緑色光を放出する。

【0034】また、n側共通電極30とp側電極32との間に順バイアスを印加した場合には、Mgドープ層26直下のIn_{0.15}Ga_{0.85}N活性層14において、波長が372nmの紫外線が発生し、この紫外線が励起光31となってMgドープ層26で吸収される。

【0035】このMgドープ層26において励起光34の吸収によって生成された電子・正孔対の内の伝導帯に励起された電子35は、所定の遷移時間後に禁制帯内に形成されたMgイオンの準位に遷移し、E_g-Mgイオンの準位のエネルギーに相当するエネルギーの波長、即ち、160nmの青色光を放出する。

【0036】また、n側共通電極30とp側電極33との間に順バイアスを印加した場合には、Hgドープ層23直下のIn_{0.15}Ga_{0.85}N活性層14において、波長が372nmの紫外線が発生し、この紫外線が励起光34となってHgドープ層23で吸収される。

【0037】このHgドープ層23において励起光34の吸収によって生成された電子・正孔対の内の伝導帯に励起された電子35は、所定の遷移時間後に禁制帯内に形成されたHgイオンの準位に遷移し、E_g-Hgイオンの準位のエネルギーに相当するエネルギーの波長、即ち、660nmの赤色光を放出する。

【0038】この様に、一つのチップにより光の三原色を独立して発光させることができるので、その発光強度、即ち、各発光ダイオードにおける印加電圧を適宜に調整することによってフルカラー表示が可能になる。

【0039】したがって、フルカラー表示装置の一面を一つのチップで構成することができるので、画面の精細化が可能になり、且つ、低コスト化も可能になる。

【0040】なお、この第1の実施の形態においては、不純物導入手段としてイオン注入法を用いているが、拡散によって不純物を選択的に導入しても良い。

【0041】次に、図6及び図7を参照して、本発明の第2の実施の形態を説明する。

図6(a)参照

まず、上記の第1の実施の形態と同様に、MOVPE法を用いて、c面、即ち、(0001)面を主面とするサファイア基板11上に、厚さ2、0～20、0μm、例えば、5、0μmのn型Ga_{0.9}Nバッファ層12、厚さ0、1～1、0μm、例えば、0、5μmのn型Al_{0.3}Ga_{0.7}Nバリア層13、厚さ0、03～0、5μm、例えば、0、1μmのIn_{0.15}Ga_{0.85}N活性層14、厚さ0、1～1、0μm、例えば、0、5μmのp型Al_{0.3}Ga_{0.7}Nバリア層15、厚さ0、1～5、0μm、例えば、3、0μmのp型Ga_{0.9}Nコンタクト層46、及び、厚さ0、5～50、0μm、例えば、10、0μmのMgドープIn_{0.15}Ga_{0.85}N吸収層47を順次エピタキシャル成長させる。

【0042】次いで、SiO₂膜を堆積させたのちパターニングすることによってSiO₂マスク48を形成し、ドライ・エッチングによって、SiO₂マスク48をマスクとしてMgドープIn_{0.15}Ga_{0.85}N吸収層47の一部を除去してp型Ga_{0.9}Nコンタクト層46を露出させる。

【0043】図6(b)参照

次いで、SiO₂マスク48を選択成長マスクとして、MOVPE法によってMgドープIn_{0.15}Ga_{0.85}N吸収層47の除去部にZnドープIn_{0.15}Ga_{0.85}N層からなるZnドープ層49を成長させる。

【0044】図7(c)参照

次いで、SiO₂マスク48を除去したのち、新たにSiO₂膜を堆積させてパターニングすることによってSiO₂マスク50を形成し、次いで、ドライ・エッチングによって、SiO₂マスク50をマスクとしてMgドープIn_{0.15}Ga_{0.85}N吸収層47の一部を除去してp型Ga_{0.9}Nコンタクト層46を露出させる。

【0045】図7(d)参照

次いで、SiO₂マスク50を選択成長マスクとして、MOVPE法によってMgドープIn_{0.15}Ga_{0.85}N吸収層47の除去部にHgドープIn_{0.15}Ga_{0.85}N層からなるHgドープ層51を成長させる。

【0046】次いで、図示しないものの、上述の第3図

(d) 乃至図1(f)の工程と同様に、 SiO_2 マスクを除去したのち、マスクを設け、ドライ・エッチングを施すことによって、p側電極を設けるためにp型Ga_{0.5}Nコンタクト層16の一部を露出させ、次いで、マスクを除去したのち、新たなマスクを設け、ドライ・エッチングを施すことによって、n型Ga_{0.5}Nバッファ層42に達する分離溝を形成することによって、三つの発光ダイオードに分離する。

【0047】最後に、マスクを除去したのち、分離された各発光ダイオードのp型Ga_{0.5}Nコンタクト層16の露出面にp側電極を設けると共に、分離溝において露出しているn型Ga_{0.5}Nバッファ層42にn側共通電極を設けることによって発光半導体装置チップが完成する。

【0048】この第2の実施の形態の場合には、イオン注入装置を必要とすることなく、MOVPE装置によって、互いに異なった波長の光を放出するPL層を形成することができるので、製造装置自体が簡素化される。

【0049】また、この場合の選択成長させるPL層の主体材料は必ずしも $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{N}$ 層である必要はなく、用いる不純物の形成するエネルギー準位に応じて適宜その混晶比を設定しても良い。

【0050】さらには、不純物準位を用いずに、PL層の有する禁制帯幅に相当する波長で発光するように、PL層自体の混晶比或いは組成を選択しても良く、青色発光のためには、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{N}$ を選択成長させれば良く、緑色発光のためには、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{N}$ を選択成長させれば良く、また、赤色発光のためには、 $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{N}$ を選択成長させれば良い。

【0051】なお、この場合、p型Ga_{0.5}Nコンタクト層46と選択成長させるPL層の格子整合が不十分で、厚いPL層のエピタキシャル成長が困難な場合には、超格子バッファ層を介在させて、成長を行えば良い。

【0052】以上、本発明の各実施の形態を説明してきたが、本発明においては光の三原色を高効率に得ることを主たる目的としているため、発光ダイオードの活性層及びPL層として少なくとも二種類の構成元素が共通するInGa_{0.5}N等の窒化物半導体を用いているが、必ずしも必須ではない。

【0053】また、本発明は、光の三原色を用いたフルカラー表示用の発光半導体装置に限られるものではなく、一個の発光ダイオードによる単色発光半導体装置、或いは、二個の発光ダイオード及び混色を利用した3色発光半導体装置も対象とするものであり、その場合には、必ずしも窒化物半導体である必要はない。

【0054】また、上記の各実施の形態におけるMOVPE成長工程においては、Ga_{0.5}N層を成長させる場合には、原料として、TMGa（トリメチルガリウム）及びアンモニア（ NH_3 ）を用い、AlGa_{0.5}N層を成長させる場合には、原料として、TMGa、TMAI（トリメチルアルミニウム）、及び、 NH_3 を用い、また、In

Ga_{0.5}N層を成長させる場合には、原料として、TMGa、TMI（トリメチルインジウム）、及び、 NH_3 を用いた。

【0055】また、n型層を成長させる場合には、n型不純物源として SiH_4 を用い、一方、p型層を成長させる場合には、p型不純物源としてビスクロベンタジエニルマグネシウムを用いた。

【0056】また、n側共通電極27としてはTi—Al電極を用い、一方、p側電極28、29、30としてはNi—Au電極を用いた。

【0057】また、上記の各実施の形態においては、発光ダイオードの活性層として $\text{In}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{N}$ を用いているが、必要とする波長に応じて混晶比を $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{N}$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ ）の範囲内で変えても良いものであり、且つ、それに伴って、バリア層の混晶比も $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{N}$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ ）の範囲内で変えても良い。

【0058】

【発明の効果】本発明によれば、1チップの発光半導体装置を構成する複数の発光ダイオードの形放出面に、夫々発光波長の異なったPL層を設けることによって、一つのチップから複数の異なった波長の光を取り出すことが可能になり、それによって、フルカラーディスプレイを構成する画素を一つのチップで構成することができるので、フルカラーディスプレイの画素の精細化及び低コスト化が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理的構成の説明図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の途中までの製造工程の説明図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態の図2以降の途中までの製造工程の説明図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態の図3以降の製造工程の説明図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態における発光特性の説明図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態の途中までの製造工程の説明図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態の図6以降の製造工程の説明図である。

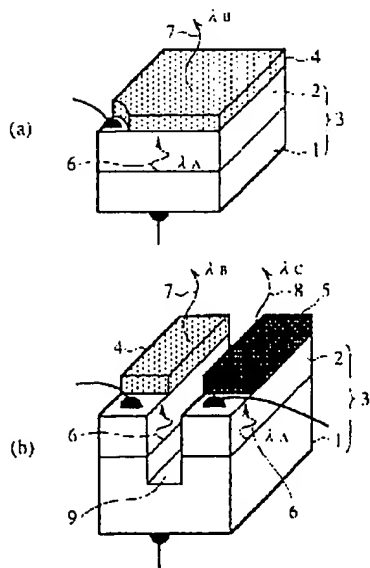
【符号の説明】

- 1 一極電型半導体層
- 2 逆導電型半導体層
- 3 発光ダイオード
- 4 発光層
- 5 発光層
- 6 励起光
- 7 光
- 8 光
- 9 分離溝

- 11 サファイア基板
- 12 n型Ga_{0.99}Nバッファ層
- 13 n型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nバリア層
- 14 In_{0.05}Ga_{0.95}N活性層
- 15 p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nバリア層
- 16 p型Ga_{0.99}Nコンタクト層
- 17 In_{0.05}Ga_{0.95}N吸収層
- 18 マスク
- 19 Znイオン
- 20 Znドーブ領域
- 21 マスク
- 22 Hgイオン
- 23 Hgドーブ領域
- 24 マスク
- 25 Mgイオン
- 26 Mgドーブ領域
- 27 マスク
- 28 マスク

【図1】

本発明の原理的構成の説明図

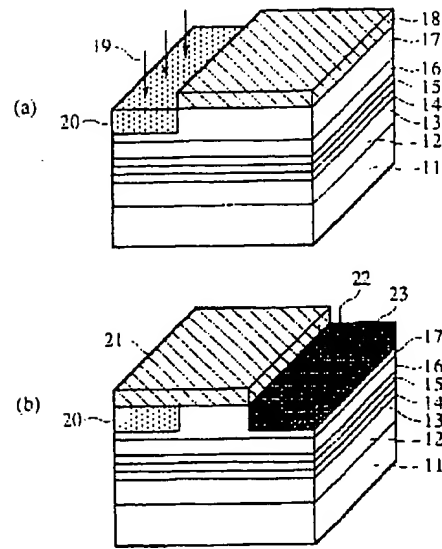


- 1: 導電型半導体層
- 2: 逆導電型半導体層
- 3: 発光ダイオード
- 4: 発光層
- 5: 発光層
- 6: 励起光
- 7: 光
- 8: 光
- 9: 分離層

- 29 分離溝
- 30 n側共通電圧
- 31 p側電極
- 32 p側電極
- 33 p側電極
- 34 励起光
- 35 電子
- 41 サファイア基板
- 42 n型Ga_{0.99}Nバッファ層
- 43 n型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nバリア層
- 44 In_{0.05}Ga_{0.95}N活性層
- 45 p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nバリア層
- 46 p型Ga_{0.99}Nコンタクト層
- 47 MgドーブIn_{0.05}Ga_{0.95}N吸収層
- 48 SiO₂マスク
- 49 Znドーブ層
- 50 SiO₂マスク
- 51 Hgドーブ層

【図2】

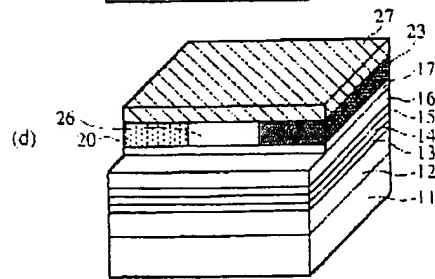
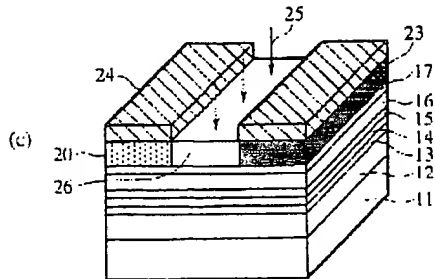
本発明の第1の実施の形態の途中までの製造工程の説明図



- 11: サファイア基板
- 12: n型Ga_{0.99}Nバッファ層
- 13: n型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nバリア層
- 14: In_{0.05}Ga_{0.95}N活性層
- 15: p型Al_{0.15}Ga_{0.85}Nバリア層
- 16: p型Ga_{0.99}Nコンタクト層
- 17: In_{0.05}Ga_{0.95}N吸収層
- 18: マスク
- 19: Znイオン
- 20: Znドーブ領域
- 21: マスク
- 22: Hgイオン
- 23: Hgドーブ領域

【図3】

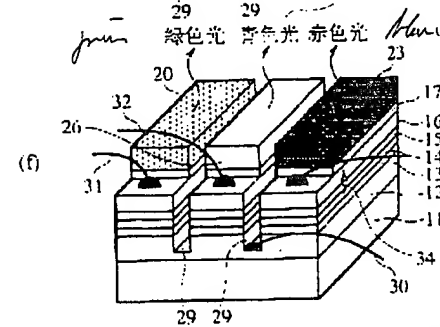
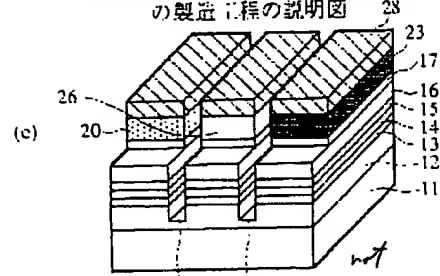
本発明の第1の実施の形態の図2以降の途中までの製造工程の説明図



- | | |
|---|-------------|
| 11: サファイア基板 | 20: Znドープ領域 |
| 12: n型Ga _{0.95} Nバッファ層 | 23: Hgドープ領域 |
| 13: n型Al _{0.05} Ga _{0.95} Nバリア層 | 24: マスク |
| 14: In _{0.05} Ga _{0.95} N活性層 | 25: Mgイオン |
| 15: p型Al _{0.05} Ga _{0.95} Nバリア層 | 26: Mgドープ領域 |
| 16: p型Ga _{0.95} Nコンタクト層 | 27: マスク |
| 17: In _{0.05} Ga _{0.95} N吸収層 | |

【図4】

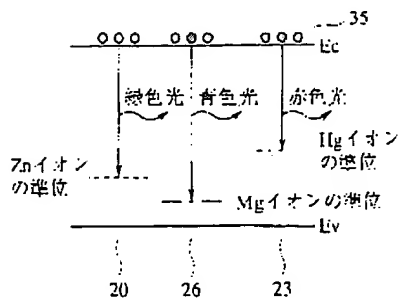
本発明の第1の実施の形態の図3以降の製造工程の説明図



- | | |
|---|-------------|
| 11: サファイア基板 | 23: Hgドープ領域 |
| 12: n型Ga _{0.95} Nバッファ層 | 26: Mgドープ領域 |
| 13: n型Al _{0.05} Ga _{0.95} Nバリア層 | 28: マスク |
| 14: In _{0.05} Ga _{0.95} N活性層 | 29: 分極溝 |
| 15: p型Al _{0.05} Ga _{0.95} Nバリア層 | 30: n側共通電極 |
| 16: p型Ga _{0.95} Nコンタクト層 | 31: p側電極 |
| 17: In _{0.05} Ga _{0.95} N吸収層 | 32: p側電極 |
| 20: Znドープ領域 | 33: p側電極 |
| | 34: 励起光 |

【図5】

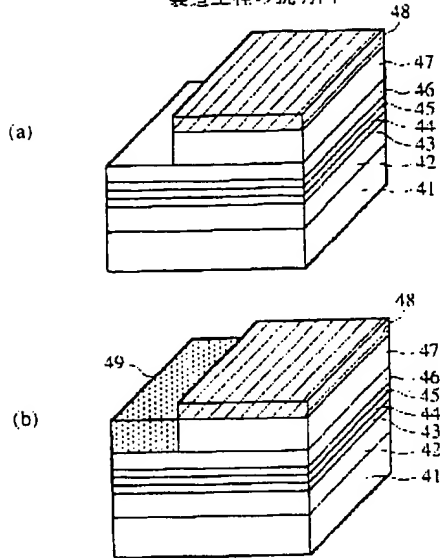
本発明の第1の実施の形態の発光特性の説明図



- | |
|-------------|
| 20: Znドープ領域 |
| 23: Hgドープ領域 |
| 26: Mgドープ領域 |
| 35: 電子 |

【図6】

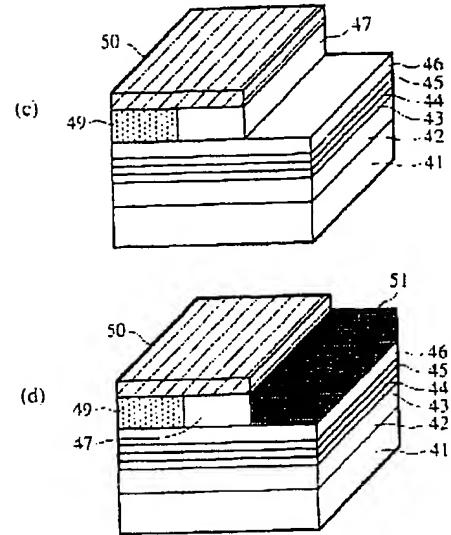
本発明の第2の実施の形態の途中までの
製造工程の説明図



- | | |
|---|--------------------------|
| 41: サファイア基板 | 48: SiO ₂ マスク |
| 42: n型Ga _{0.99} Nバンプア層 | 49: Znドーパ層 |
| 43: n型Al _{0.05} Ga _{0.95} Nバリア層 | |
| 44: In _{0.05} Ga _{0.95} N活性層 | |
| 45: p型Al _{0.05} Ga _{0.95} Nバリア層 | |
| 46: p型Ga _{0.99} Nコンタクト層 | |
| 47: MgドーパIn _{0.05} Ga _{0.95} N吸収層 | |

【図7】

本発明の第2の実施の形態の図6以降の
製造工程の説明図



- | | |
|---|--------------------------|
| 41: サファイア基板 | 49: Znドーパ層 |
| 42: n型Ga _{0.99} Nバンプア層 | 50: SiO ₂ マスク |
| 43: n型Al _{0.05} Ga _{0.95} Nバリア層 | 51: Hgドーパ層 |
| 44: In _{0.05} Ga _{0.95} N活性層 | |
| 45: p型Al _{0.05} Ga _{0.95} Nバリア層 | |
| 46: p型Ga _{0.99} Nコンタクト層 | |
| 47: MgドーパIn _{0.05} Ga _{0.95} N吸収層 | |

Docket # 1999 P 8006
 Applic. # 09/915,985
 Applicant: Hommel et al

Lerner and Greenberg, P.A.
 Post Office Box 2480
 Hollywood, FL 33022-2480
 Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101